



**PATENT APPLICATION**

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re application of

Docket No: Q77962

Gianfranco VERBANA

Appln. No.: 10/686,572

Group Art Unit: 2633

Confirmation No.: 8959

Examiner: Not Assigned

Filed: October 17, 2003

For: METHOD AND DEVICE FOR THE CONTROL OF THE POWER RADIATED ONTO  
A TRANSMISSION TELESCOPE IN FREE-SPACE LASER  
TELECOMMUNICATIONS SYSTEMS

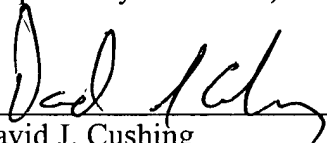
**SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Submitted herewith is a certified copy of the priority document on which a claim to  
priority was made under 35 U.S.C. § 119. The Examiner is respectfully requested to  
acknowledge receipt of said priority document.

Respectfully submitted,

  
\_\_\_\_\_  
David J. Cushing  
Registration No. 28,703

SUGHRUE MION, PLLC  
Telephone: (202) 293-7060  
Facsimile: (202) 293-7860

WASHINGTON OFFICE

**23373**

CUSTOMER NUMBER

Enclosures: Italy MI2002A002211

Date: February 26, 2004



# Ministero delle Attività Produttive

## Direzione Generale per lo Sviluppo Produttivo e la Competitività

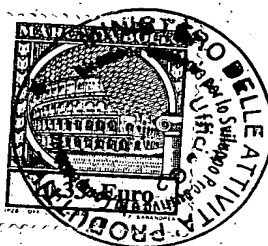
### Ufficio Italiano Brevetti e Marchi

#### Ufficio G2

Autenticazione di copia di documenti relativi alla domanda di brevetto per: **Invenzione Industriale**

N. MI2002 A 002211

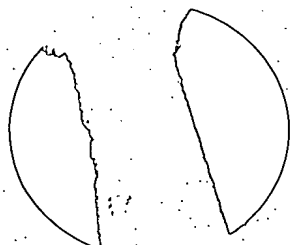
131249  
US



*Si dichiara che l'unita copia è conforme ai documenti originali  
depositati con la domanda di brevetto sopraspecificata, i cui dati  
risultano dall'accluso processo verbale di deposito.*

**31 OTT. 2003**

Roma, li .....



IL DIRIGENTE

*[Handwritten signature]*

D.ssa Paola DI CINTIO

# AL MINISTERO DELLE ATTIVITÀ PRODUTTIVE

UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI - ROMA

DOMANDA DI BREVETTO PER INVENZIONE INDUSTRIALE, DEPOSITO RISERVE, ANTICIPATA ACCESSIBILITÀ AL PUBBLICO

MODULO A

## A. RICHIEDENTE (I)

1) Denominazione ALCATEL  
 Residenza PARIS (FR) codice         
 2) Denominazione         
 Residenza        codice       

## B. RAPPRESENTANTE DEL RICHIEDENTE PRESSO L'U.I.B.M.

cognome nome Borsano Corrado cod. fiscale         
 denominazione studio di appartenenza ALCATEL ITALIA S.p.A. - Ufficio Brevetti  
 via Trento n. 30 città Vimercate cap 20050 (prov) MI

## C. DOMICILIO ELETTIVO destinatario

via        n.        città        cap        (prov)       

## D. TITOLO

classe proposta (sez/cl/sci)        gruppo/sottogruppo       

"Regolazione della potenza irradiata su un telescopio di  
trasmissione in sistemi di telecomunicazioni laser in aria"

## ANTICIPATA ACCESSIBILITÀ AL PUBBLICO:

SI ☐ NO ☐

SE ISTANZA: DATA        /        /        N° PROTOCOLLO       

## E. INVENTORI DESIGNATI

cognome nome

cognome nome

1) VERBANA Gianfranco 3)         
 2)        4)       

## F. PRIORITÀ

nazione o organizzazione

tipo di priorità

numero di domanda

data di deposito

allegato  
S/R

SCIOGLIMENTO RISERVE

Data N° Protocollo

1)                             /        /         
 2)                             /        /       

## G. CENTRO ABILITATO DI RACCOLTA CULTURE DI MICRORGANISMI, denominazione

## H. ANNOTAZIONI SPECIALI

## DOCUMENTAZIONE ALLEGATA

N. es.

Doc. 1) 2 PROV n. pag. 10 riassunto con disegno principale, descrizione e rivendicazioni (obbligatorio 1 esemplare) .....  
 Doc. 2) 2 PROV n. tav. 102 disegno (obbligatorio se citato in descrizione, 1 esemplare) .....  
 Doc. 3)        RIS lettera d'incarico, procura o riferimento procura generale .....  
 Doc. 4)        RIS designazione inventore .....  
 Doc. 5)        RIS documenti di priorità con traduzione in italiano .....  
 Doc. 6)        RIS autorizzazione o atto di cessione .....  
 Doc. 7)        nominativo completo del richiedente

SCIOGLIMENTO RISERVE

Data N° Protocollo

confronta singole priorità

8) attestati di versamento, totale Euro Centottantotto/51

COMPILATO IL 18/10/2002

FIRMA DEL(I) RICHIEDENTE(I)

**Ing. CORRADO BORSANO (iscr. 446)**  
**c/o ALCATEL ITALIA S.p.A.**

obbligatorio

CONTINUA SI/NO NO

**Via Trento, 30 - 20059 VIMERCATE (MI)**

DEL PRESENTE ATTO SI RICHIEDE COPIA AUTENTICA SI/NO SI

CAMERA DI COMMERCIO IND. ART. E AGR. DI MILANO MILANO

codice 15

VERBALE DI DEPOSITO

NUMERO DI DOMANDA

MI2002A 002211

Reg. A.

L'anno DUEMILABUE

il giorno OTTANTOTTO

del mese di OTTOBRE

il(i) richiedente(i) sopraindicato(i) ha(hanno) presentato a me sottoscritto la presente domanda 00 fogli aggiuntivi per la concessione del brevetto sopraportato.

I. ANNOTAZIONI VARIE DELL'UFFICIALE ROGANTE

IL DEPOSITANTE

Luigi Penco

dell'ufficio

L'UFFICIALE ROGANTE

M. CORTONESI

## RIASSUNTO INVENZIONE CON DISEGNO PRINCIPALE, DESCRIZIONE E RIVENDICAZIONE

NUMERO DOMANDA MI2002A 002211

REG. A

DATA DI DEPOSITO 18/10/2002

NUMERO BREVETTO

DATA DI RILASCIO

## D. TITOLO

"Regolazione della potenza irradiata su un telescopio di  
trasmissione in sistemi di telecomunicazioni laser in aria"

## L. RIASSUNTO

Viene descritto un trasmettitore ottico FSO a divergenza di fascio variabile ed un metodo per variare la potenza irradiata di trasmissione in un telescopio per sistemi di telecomunicazione laser in aria. Il metodo prevede di trasmettere un angolo del fascio laser molto ampio, in ogni caso sufficiente a garantire la qualità del collegamento, quando l'attenuazione atmosferica è minima (condizioni di visibilità buone) e di ridurre il fascio trasmesso, in modo lineare, incrementando così la densità di potenza trasmessa, quando la visibilità si riduce (aumento dell'attenuazione atmosferica per foschia, nebbia). Per aumentare o diminuire la divergenza del fascio si varia opportunamente la distanza tra la sorgente di luce e la lente. Dopo aver valutato l'entità della variazione dovuta all'attenuazione atmosferica si procede a far variare opportunamente l'angolo del fascio laser irradiato.

## M. DISEGNO

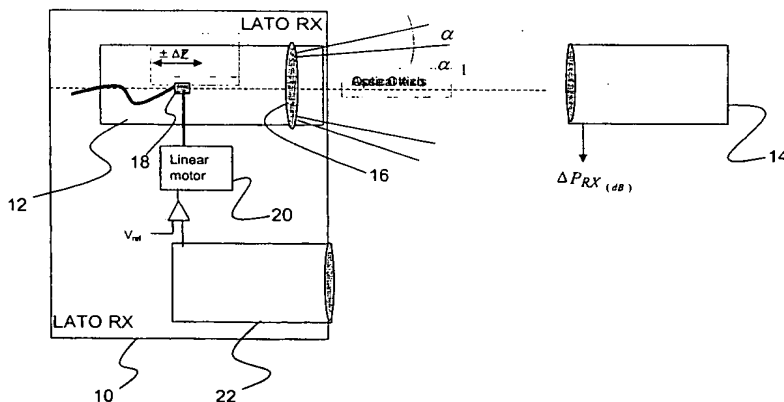


Fig.2



B

DESCRIZIONE

MI 2002 A 002211

La presente invenzione riguarda il campo dei sistemi di telecomunicazioni ottici, punto-punto, senza filo in aria. In particolare riguarda un metodo ed un dispositivo per variare densità di potenza irradiata da un sistema di trasmissione ottico.

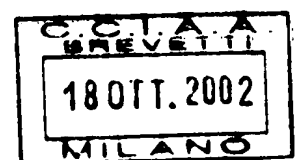
Sono noti i sistemi di trasmissione ottici senza filo per trasmettere un segnale luminoso in aria. Il funzionamento dei sistemi ottici di questo tipo, per la trasmissione in aria di un segnale luminoso modulato, è basato fondamentalmente su uno o più laser accoppiati ad una o più lenti (lato di trasmissione) e da una o più lenti in grado di focalizzare il fascio laser incidente sulla superficie sensibile del rivelatore (lato di ricezione).

Nei tradizionali sistemi di trasmissione radio il livello della potenza trasmessa viene fatto variare facilmente agendo sulla polarizzazione del transistor o Gasfet dell'amplificatore finale di potenza.

Al contrario, nei sistemi di trasmissione ottici, il laser deve lavorare ad una potenza fissa a causa delle sue caratteristiche intrinseche. In altre parole, non è possibile poter variare la potenza d'uscita dei laser senza modificare altre importanti caratteristiche come ad esempio il punto di lavoro.

È noto altresì che la dinamica dei ricevitori ottici è molto ridotta rispetto ai sistemi radio, in particolare i fotodiodi non tollerano livelli alti di potenza ricevuta ( $< -10$  dBm). L'attenuazione dovuta alle condizioni atmosferiche variano da 0.2 dB/Km (in condizioni di tempo buono o "blue sky") a oltre 50dB/Km (con nebbia moderata). È evidente che il livello di potenza ricevuto saturerà il ricevitore nelle condizioni atmosferiche ottimali.

Pertanto, sarebbe auspicabile poter dotare i sistemi di trasmissione ottici in aria con un dispositivo, preferibilmente automatico, in grado di ridurre la potenza trasmes-



sa dal laser quando non serve, cioè in condizioni atmosferiche ottimali e quindi in assenza di forti attenuazioni. Idealmente, sarebbe auspicabile dotare i sistemi di trasmissione ottici in aria mediante un sistema di controllo automatico di potenza trasmessa ATPC del tipo noto per i tradizionali sistemi radio.

Tuttavia, gli attuali apparati ottici senza filo hanno la potenza d'uscita fissa. In fase di progetto, sulla base della lunghezza del collegamento da effettuare, viene stabilito un certo tipo di laser che a sua volta fornisce una certa potenza (fissa, come detto sopra). In base al tipo di laser installato, ovviamente, cambia anche il costo ed il tipo d'apparato.

Scopo principale della presente invenzione è quello di risolvere i problemi di cui sopra e fornire un metodo ed un trasmettitore in grado di variare il livello della potenza irradiata in un telescopio di trasmissione in sistemi di telecomunicazioni laser in aria.

Scopo ulteriore della presente invenzione è quello di fornire un metodo ed un trasmettitore in grado di regolare la potenza irradiata agendo sul telescopio di trasmissione in modo da realizzare un controllo automatico della potenza trasmessa, simile ad un tipico ATPC usato nei tradizionali sistemi radio.

Scopo ancora ulteriore della presente invenzione è quello di fornire un sistema di telecomunicazioni FSO molto più robusto dei sistemi tradizionali per quanto concerne il puntamento, con fascio di trasmissione largo in condizioni di tempo buone (per la maggior parte del tempo), senza richiedere l'uso di dispositivi di autotracking o simili.

Questi ed altri scopi vengono ottenuti attraverso il trasmettitore secondo la rivendicazione 1 e il metodo secondo la rivendicazione 9. Ulteriori caratteristiche van-

taggiose dell'invenzione vengono indicate nelle rispettive rivendicazioni dipendenti.

Tutte le rivendicazioni si intendono una parte integrante della presente descrizione.

L'idea alla base della presente invenzione è quella di trasmettere un beam con un angolo molto ampio, quanto basta a garantire la qualità del collegamento e rendere meno critica la stabilità del puntamento quando le condizioni di visibilità sono buone; secondo la presente invenzione, il fascio trasmesso viene ridotto, in modo lineare, quando la visibilità si riduce (a causa di foschia, nebbia, pioggia ...).

La presente invenzione risulterà senz'altro chiara dalla descrizione dettagliata che segue, data a puro titolo esemplificativo e non limitativo, da leggersi con riferimento alle annesse tavole di disegni illustrativi, in cui:

- Fig. 1 mostra schematicamente come appare un fascio laser in funzione della posizione della sorgente di luce rispetto ad una lente convergente; e
- Fig. 2 mostra schematicamente un sistema di comunicazione ottico in aria secondo la presente invenzione.

Il lato di trasmissione di un ricetrasmittitore secondo lo stato della tecnica per un sistema FSO (Free Space Optics) generalmente comprende una sorgente luminosa (laser o terminazione di fibra ottica) ed una lente convergente posta ad una certa distanza fissa dalla sorgente luminosa.

La potenza di trasmissione nei noti sistemi FSO è fissa, così come è fisso anche l'angolo di emissione. Esiste comunque un limite massimo di potenza dove, per motivi di costi e di sicurezza, non è possibile incrementare il budget di potenza del collegamento.

Si può ottenere un notevole incremento aumentando la direttività del fascio laser, diminuendo l'angolo del beam trasmesso. Imponendo dei vincoli alla struttura meccanica che regge il sistema, il limite pratico d'angolo minimo del fascio è di circa



3 mrad. Imponendo severe limitazioni progettuali sulla struttura si può arrivare a 1.5 mrad. Eventualmente, con complicati e costosi sistemi di tracking, si può raggiungere un angolo minimo del fascio di 0.3-0.5 mrad.

È essenziale quindi, in un sistema ottico senza fili, per un corretto funzionamento, garantire che i componenti ottici del lato di trasmissione e quelli del lato di ricezione siano perfettamente allineati in modo da non introdurre perdite aggiuntive sul segnale da trasmettere.

Ovviamente, maggiore è l'angolo del fascio trasmesso, meno critica è la struttura di posizionamento del ricetrasmittitore ottico. Tuttavia, a parità di distanza del collegamento, maggiori saranno le perdite e, a pari condizioni atmosferiche, minore quindi sarà la massima distanza installabile.

Ad ogni modo, come detto sopra, in tutti i sistemi noti, l'angolo del beam trasmesso è fissato a priori.

La presente invenzione si basa sull'idea di trasmettere un angolo molto ampio, ampio quanto basta a garantire la qualità del collegamento, cioè a rendere poco critica la stabilità del puntamento quando le condizioni di visibilità sono buone; tuttavia la presente invenzione prevede di ridurre l'angolo del fascio trasmesso, in modo lineare (cioè proporzionale al peggioramento delle condizioni ambientali), quando la visibilità si riduce (per la presenza di foschia, nebbia, ...). In pratica, l'angolo del beam di trasmissione è funzione del livello del campo ricevuto.

Generalmente, i cambiamenti di visibilità avvengono lentamente e non improvvisamente. Pertanto non è necessario prevedere mezzi per cambiare velocemente l'ampiezza del beam. È comunque indispensabile acquisire informazioni sulle condizioni meteorologiche e in particolare sul livello del campo ricevuto. Nei collegamenti





FSO bidirezionali l'informazione del livello del campo ricevuto può essere ricavata dal ricevitore locale poiché il tipo di fading è sempre piatto.

E' in ogni modo possibile utilizzare l'informazione del corrispondente ricevitore remoto, nel caso in cui, per altri motivi (per realizzare canali di servizio o supervisione) si utilizzasse un fascio radio a 2.5Ghz 2 Mb/s a spettro disperso (licenze libere) in parallelo al fascio ottico.

Comunque, la qualità del segnale trasmesso è garantita fintanto che il livello del segnale ricevuto risulta maggiore del livello di soglia del ricevitore.

Tutte le volte che il segnale ricevuto diminuisce per problemi atmosferici (pioggia, neve o nebbia) viene incrementata la potenza di trasmissione diminuendo l'angolo del beam trasmesso.

Con riferimento a Fig. 1, posizionando la sorgente di luce (laser o la terminazione di una fibra ottica) sul punto di fuoco (f) di una lente convergente si ottiene un fascio collimato (angolo minimo, quasi nullo, imposto solo dal limite di diffrazione).

Portando la sorgente di luce verso la lente o avvicinando la lente verso la sorgente, esce un'onda sferica divergente come se fosse emessa da un fuoco virtuale,  $f_2$ .

Detta  $f$  la distanza tra il punto di fuoco e la lente convergente;  $f_1$  la distanza tra un generico punto di emissione di luce e la lente convergente (più vicino rispetto a  $f$ , cioè  $f_1 < f$ );  $\Delta f$  la differenza tra  $f$  e  $f_1$ ,  $D$  il diametro della lente convergente, si può calcolare l'angolo  $\alpha$  di divergenza del fascio con la formula riportata sotto. Infatti, la lente compare come un diaframma dell'onda sferica. Applicando le equazioni dell'ottica geometrica ricaviamo che l'angolo del beam è funzione di: diametro e focale della lente (fissati per altre considerazioni in fase di progetto), e dalla distanza  $\Delta f$  cioè di quanto si è avanzato rispetto alla focale.

$$\alpha = \frac{D \cdot \Delta f}{f^2}$$



Tenendo fissa la sorgente e muovendo sull'asse ottico la lente di trasmissione (normalmente tra 2 e 5 cm di diametro) otteniamo l'angolo del beam variabile. Ovviamente, gli stessi risultati si possono ottenere tenendo fissa la lente e muovendo la sorgente verso la lente stessa (per aumentare l'angolo  $\alpha$ ) o portando la sorgente verso il punto di fuoco, come indicato in Fig. 2.

In Fig. 2 viene mostrato un ricetrasmittitore 10 che comprende un trasmettitore 12 secondo la presente invenzione. Opposto al ricetrasmittitore 10, o meglio al suo trasmettitore 12, vi è un ricevitore remoto 14 per formare un sistema di trasmissione FSO.

Il trasmettitore 12 comprende una lente convergente 16 e mezzi 18 generatori di luce, nella forma di un laser o di una terminazione di fibra ottica. La lente convergente ha un fuoco ad una distanza di fuoco  $f$  dalla lente, calcolata lungo l'asse ottico. I mezzi 18 generatori di luce sono ad una distanza di sorgente  $f_1$  dalla lente, calcolata sempre lungo l'asse ottico. Secondo l'invenzione, sono previsti mezzi 20 per variare la distanza di sorgente  $f_1$ . Convenientemente, tali mezzi 20 possono essere motori lineari o passo-passo o trasduttori.

Il movimento dei mezzi 18 generatori di luce viene affettuato in risposta ad informazioni relative al livello di potenza ricevuta fornite da un ricevitore ottico locale 22 del ricetrasmittitore 10.

Riducendo la distanza di sorgente (sorgente più vicina alla lente) aumenta l'angolo  $\alpha$  di divergenza del fascio (il fascio si allarga e la densità di potenza diminuisce) passando da  $\alpha_1$  ad  $\alpha$ . La differenza di guadagno, in dB, è  $\Delta Gain = 20 \log \alpha / \alpha_1$ , pari anche alla differenza di potenza.

Convenientemente, il movimento relativo della lente rispetto al fuoco può essere effettuato con uno o più motori lineari e una o più viti senza fine. In alternativa,



considerata la leggerezza dell'oggetto da muovere ed i ridotti spostamenti da effettuare, si può utilizzare componentistica facilmente disponibile sul mercato come trasduttori magnetici o simili.

I vantaggi principali dell'invenzione sono a questo punto chiari. In primo luogo l'invenzione risolve il problema del livello massimo tollerato dal ricevitore ottico. Infatti, pur utilizzando un laser a potenza fissa e superiore a quella che potrebbe essere necessaria per stabilire un link ottico di una certa lunghezza in condizioni meteorologiche ottimali, la potenza ricevuta viene ridotta allargando l'angolo del beam di trasmissione (riducendo la distanza tra fuoco e lente).

Inoltre, la presente invenzione elimina tutte le problematiche di manutenzione periodica di riallineamento, tipici dei sistemi ad angolo fisso di trasmissione.

La presente invenzione migliora anche la sicurezza dei sistemi di trasmissione FSO ed eventualmente ne rende possibile l'uso anche in aree con specifiche restrizioni sul livello di potenza. In altre parole, nella maggior parte dell'anno (con il clima favorevole) la densità di potenza trasmessa è notevolmente ridotta poiché si trasmette un fascio largo.

## RIVENDICAZIONI

1. Trasmettitore per sistemi di trasmissioni ottici Free Space, il trasmettitore comprendendo: almeno una lente convergente avente un corrispondente punto di fuoco posto ad una distanza di fuoco ( $f$ ) dalla lente convergente lungo un asse ottico; e almeno una sorgente di luce posta posteriormente alla lente per produrre un fascio di luce portante un segnale da trasmettere in aria, la sorgente essendo posta ad una distanza di sorgente ( $f_1$ ) dalla lente, caratterizzato dal comprendere inoltre mezzi per variare la distanza di sorgente ( $f_1$ ) per modificare corrispondentemente l'angolo di divergenza ( $\alpha$ ) del fascio di luce.

2. Trasmettitore secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detti mezzi per variare la distanza di sorgente ( $f_1$ ) comprendono mezzi in grado di ridurre la distanza di sorgente ( $f_1$ ) e aumentare corrispondentemente l'angolo di divergenza del fascio e mezzi in grado di aumentare la distanza di sorgente ( $f_1$ ) per diminuire o sostanzialmente annullare l'angolo ( $\alpha$ ) di divergenza.

3. Trasmettitore secondo la rivendicazione 1 o 2, caratterizzato dal fatto che detti mezzi per variare la distanza di sorgente ( $f_1$ ) sono rispondenti a informazioni sul livello di potenza ricevuta da un ricevitore ottico locale.



4. Trasmettitore secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1-3, caratterizzato dal fatto che detti mezzi per variare la distanza di sorgente ( $f_1$ ) comprendono uno o più motori passo-passo e una o più viti senza fine.

5. Trasmettitore secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1-3, caratterizzato dal fatto che detti mezzi per variare la distanza di sorgente ( $f_1$ ) comprendono trasduttori magnetici o simili.

6. Trasmettitore secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1-5, caratterizzato dal fatto che detta almeno una sorgente di luce comprende una sorgente di luce

laser o una terminazione di fibra ottica.

7. Ricetrasmittitore per sistemi di trasmissione FSO, caratterizzato dal comprendere uno o più trasmettitori secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1-6.

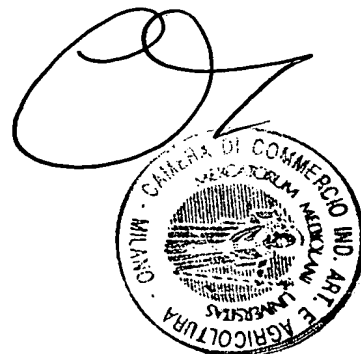
8. Sistema di trasmissioni FSO, caratterizzato dal comprendere almeno due ricetrasmittitori secondo la rivendicazione 7.

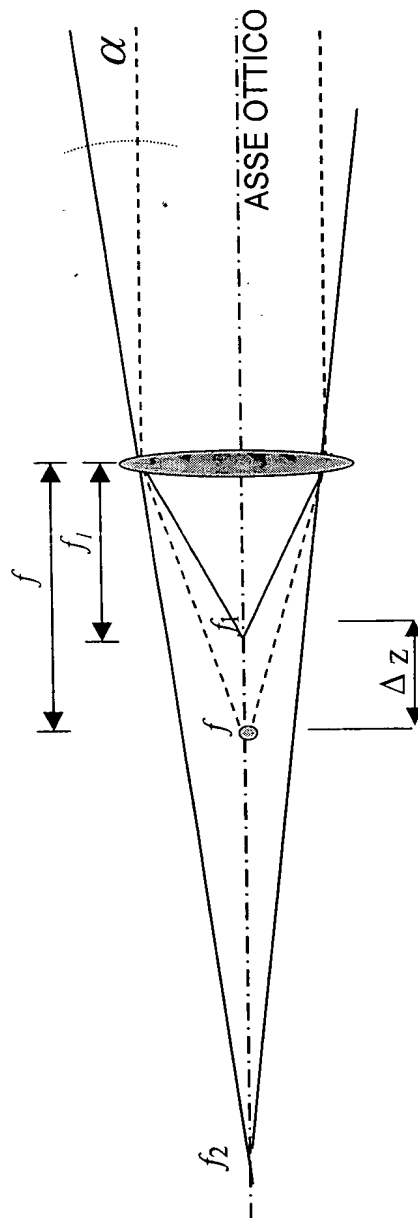
9. Metodo per fornire, in un trasmettitore per sistemi di trasmissioni ottici Free Space, un fascio laser a divergenza variabile, il metodo comprendendo le fasi di: prevedere almeno una lente convergente avente un corrispondente punto di fuoco posto ad una distanza di fuoco( $f$ ) dalla lente convergente lungo un asse ottico; e prevedere almeno una sorgente di luce posta posteriormente alla lente per produrre un fascio di luce portante un segnale da trasmettere in aria, la sorgente essendo posta ad una distanza di sorgente ( $f_1$ ) dalla lente, caratterizzato dal comprendere la fase di variare la distanza di sorgente ( $f_1$ ) per modificare corrispondentemente l'angolo di divergenza ( $\alpha$ ) del fascio di luce.

10. Metodo secondo la rivendicazione 9, caratterizzato dal fatto la fase di variare la distanza di sorgente ( $f_1$ ) comprende la fase di ridurre la distanza di sorgente ( $f_1$ ) per aumentare corrispondentemente l'angolo di divergenza del fascio e la fase di aumentare la distanza di sorgente ( $f_1$ ) per diminuire o sostanzialmente annullare l'angolo ( $\alpha$ ) di divergenza.

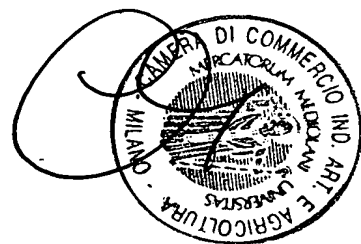
11. Metodo secondo la rivendicazione 9 o 10, caratterizzato dal fatto che la fase di variare la distanza di sorgente ( $f_1$ ) avviene in risposta ad informazioni sul livello di potenza ricevuta da un ricevitore ottico locale.

  
**Ing. CORRADO BORSANO (iscr. 446)**  
c/o ALCATEL ITALIA S.p.A.  
Via Trento, 30 - 20059 VIMERCATE ( MI )



**Fig.1**

MI 2002A 0 0 2 2 1 1



Ing. CORRADO BORSANO (iscr. 446)  
 c/o ALCATEL ITALIA S.p.A.  
 Via Trento, 30 - 20059 VIMERCATE (MI)

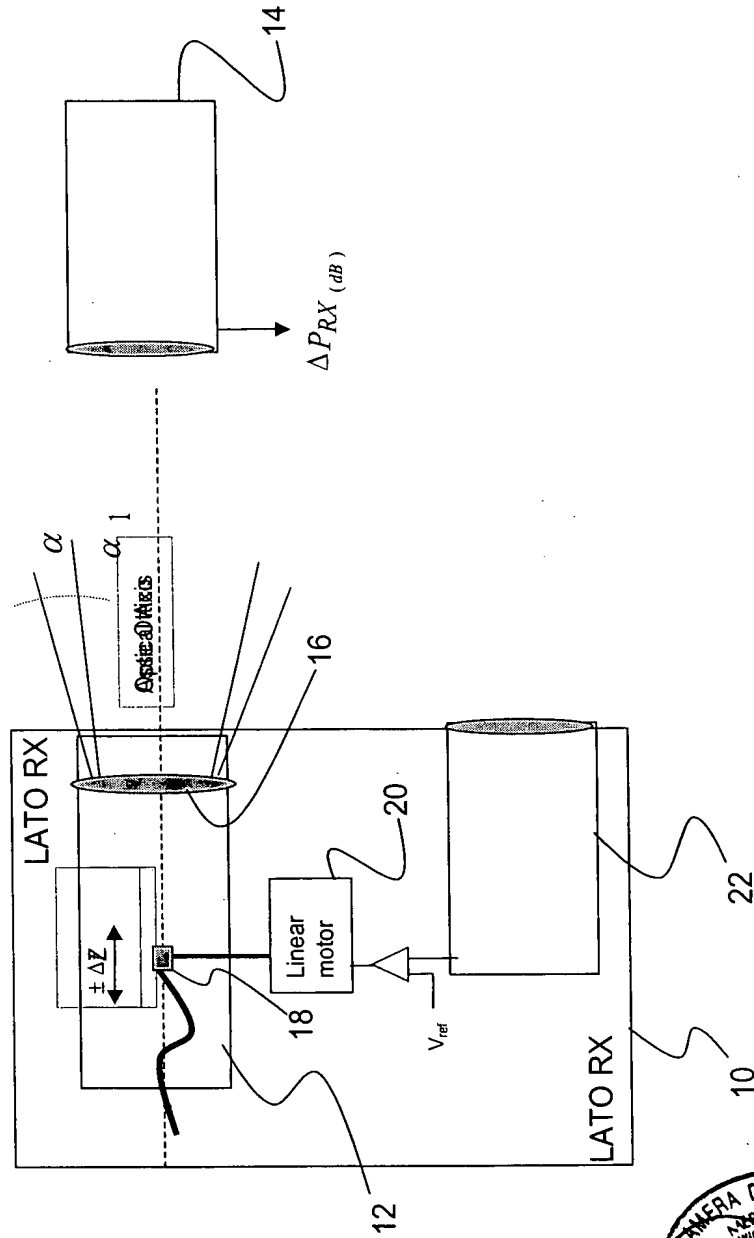
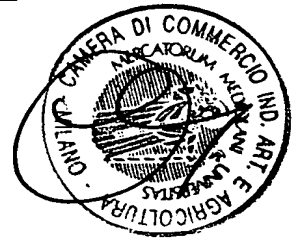


Fig. 2

MI 2002A 002211



Ing. CORRADO BORSANO (iscr. 446)  
c/o ALCATEL ITALIA S.p.A.  
Via Trento, 30 - 20059 VIMERCATE (MI)